

**PERILAKU LENTUR PROFIL C TUNGGAL  
DENGAN PERKUATAN TULANGAN BAJA DIAGONAL**

**TUGAS AKHIR SARJANA SRATA SATU**

Oleh:

**JOKO HARWANTO HERYBERTUS**  
**No. Mahasiswa : 09443 / TSS**  
**NPM : 99 02 09443**



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**TAHUN 2005**

## **PENGESAHAN**

Tugas Akhir Sarjana Strata Satu

### **PERILAKU LENTUR PROFIL C TUNGGAL DENGAN PERKUATAN TULANGAN BAJA DIAGONAL**

Oleh :

**JOKO HARWANTO HERYBERTUS**

**No. Mahasiswa : 09443 / TSS**

**NPM : 99.02.09443**

telah diperiksa, disetujui dan diuji oleh Pembimbing

Yogyakarta, ... Mei 2005

Pembimbing I



( Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng.,Ph.D )

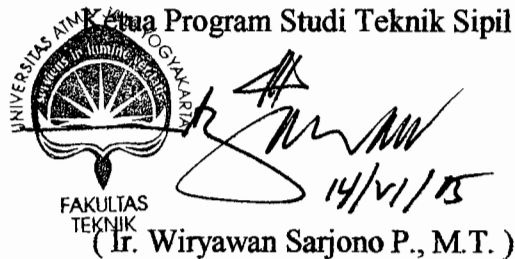
Pembimbing II



( Ir. Haryanto Yoso Wigroho, M.T. )

Disahkan oleh :

Ketua Program Studi Teknik Sipil



14/VI/15  
( Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T. )


**PENGESAHAN**

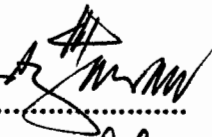
**Tugas Akhir Sarjana Strata Satu**


**PERILAKU LENTUR PROFIL C TUNG GAL  
DENGAN PERKUATAN TULANGAN BAJA DIAGONAL**

**Oleh :  
JOKO HARWANTO HERYBERTUS  
No. Mahasiswa : 09443 / TSS  
NPM : 99.02.09443**

**telah diperiksa dan disetujui oleh Penguji**

**Ketua** : Ir. Haryanto Yoso Wigroho, M.T.  6/6 '05

**Anggota** : Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T.  14/6/05

**Anggota** : Ir. F.H. Djokowahjono, M.T.  14/6/05

## ***PERSEMBAHAN***

***Skripsi ini***  
***Kupersembahkan kepada***  
***Bapak dan Ibu tercinta***  
***Kakakku Yenny S***  
***Dik Wahyu, Dik Iin, Dik Ageng***  
***Teman-teman angkatan '99***  
***Sahabat-sahabatku***  
***Yang selalu memberi motivasi dan semangat***

**“Hai orang yang tak berpengalaman, tuntutlah kecerdasan,  
hai orang bebal, mengertilah dalam hatimu.”  
(Amsal 7-8)**

**“Serahkanlah perbuatanmu kepada Tuhan,  
maka terlaksanalah segala rencanamu.”  
“Kebodohan adalah kesukaan bagi orang yang tidak berakal budi,  
tetapi orang yang pandai berjalan lurus.”  
(Amsal 15-16)**

**“Sukses atau gagal bukanlah suatu ukuran,  
yang penting lakukanlah yang terbaik.”**

## KATA HANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena kasih dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan penelitian Tugas Akhir ini dan menulis laporannya.

Tugas Akhir merupakan salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan pendidikan tinggi Tingkat Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan wajib untuk dilaksanakan oleh setiap mahasiswa.

Dalam pelaksanaan dan penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Perilaku Lentur Profil C Tunggal Dengan Perkuatan Tulangan Baja Diagonal”, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk memperoleh hasil yang sebaik-baiknya sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki selama belajar di bangku kuliah serta berpegang pada buku-buku referensi dan petunjuk yang terpakai. Penulis juga menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki. Karena itu segala kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing dan banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. Bapak Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan selama pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Haryanto Yoso Wigroho, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan selama pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini
3. Bapak Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Bapak Sukar selaku petugas laboratorium BKT Universitas Atma Jaya Yogyakarta
5. Orang tua dan saudara penulis tercinta atas semua yang telah diberikan yang tidak bisa penulis ungkapkan..
6. Teman-teman yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis serta semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap semoga hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan.

Yogyakarta, Juli 2005

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA HANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud Penelitian.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>BAB III LANDASAN TEORI .....</b>	<b>7</b>
3.1. Pendahuluan.....	7
3.2. Balok.....	8
3.2.1. Lendutan pada balok.....	9
3.2.2. Kelengkungan balok .....	11



3.2.3. Hubungan momen dengan kelengkungan .....	12
3.3. Stabilitas Plat .....	18
3.3.1. Tekuk plat yang ditekan secara merata .....	18
3.3.2. Tegangan kritis plat yang ditekan secara merata .....	24
3.3.3. Batas rasio lebar terhadap tebal untuk mencegah tekuk plat dalam perencanaan tegangan kerja .....	25
3.4. Alat Sambung Las .....	29
3.5. Hipotesis .....	30
<b>BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Pelaksanaan Penelitian .....	31
4.2. Persiapan Bahan dan Alat .....	31
4.2.1. Bahan .....	32
4.2.2. Peralatan penelitian .....	32
4.3. Model Benda Uji .....	38
4.4. Pembuatan Benda Uji .....	39
4.5. Pengujian Benda Uji .....	40
4.5.1. Pengujian kuat tarik baja profil kanal C .....	40
4.5.2. Pengujian kuat tarik baja tulangan .....	41
4.5.3. Pengujian kuat tarik las .....	41
4.5.4. Pengujian kuat lentur (Pembebanan profil C) .....	42
4.6. Kendala-Kendala Yang Ditemukan Saat Pelaksanaan Metode Penelitian .....	45

<b>BAB V HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>47</b>
5.1. Pendahuluan.....	47
5.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja .....	47
5.3. Hasil Pengujian Sambungan Las .....	47
5.4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Profil C .....	48
5.4.1. Hubungan beban-lendutan ( $P-\delta$ ) hasil pengujian .....	48
5.4.2. Hubungan beban-rotasi badan ( $P-\theta$ ) hasil pengujian...	50
5.4.3. Hubungan beban-kelengkungan ( $P-\phi$ ) hasil pengujian.	51
5.4.4. Hubungan momen-lendutan ( $M-\delta$ ) hasil pengujian .....	53
5.4.5. Hubungan momen-rotasi badan ( $M-\theta$ ) hasil pengujian	54
5.4.6. Hubungan momen-kelengkungan ( $M-\phi$ ) hasil pengujian.....	56
5.4.7. Perilaku lentur balok profil C .....	57
5.4.8. Perhitungan keekonomisan benda uji terhadap peningkatan kekuatannya.....	63
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
6.1. Kesimpulan .....	69
6.2. Saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

5.1. Hasil pengujian kuat tarik baja.....	47
5.2. Hubungan beban-lendutan masing-masing benda uji.....	49
5.3. Hubungan beban-rotasi ( $P - \theta$ ) masing-masing benda uji.....	51
5.4. Hubungan beban-kelengkungan ( $P - \phi$ ) masing-masing benda uji.....	53
5.5. Hubungan momen-lendutan ( $M - \delta$ ) masing-masing benda uji.....	54
5.6. Hubungan momen-rotasi ( $M - \theta$ ) masing-masing benda uji.....	55
5.7. Hubungan momen-kelengkungan ( $M - \phi$ ) masing-masing benda uji....	57
5.8. Perbandingan kenaikan tegangan lentur masing-masing benda uji.....	62
5.9. Perbandingan kenaikan biaya masing-masing benda uji.....	68
5.10. Hubungan kenaikan biaya dan tegangan lentur-semua balok uji.....	70

## DAFTAR GAMBAR

2.1. Efek dari <i>cold-forming</i> pada kekuatan material .....	4
3.1. Penampang profil C.....	8
3.2. Balok berpenampang kanal C dengan perkuatan pada sisi sayap.....	9
3.3. (a) lendutan pada balok (b) Kekakuan dari grafik beban-lendutan.....	10
3.4. Kelengkungan dari sebuah balok yang melentur.....	11
3.5. Deformasi balok yang mengalami lentur murni.....	13
3.6. Penyebaran tegangan normal sebuah balok elastis linier .....	14
3.7. Titik-titik defleksi pada balok profil C.....	16
3.8. Hubungan momen ( $M$ ) dengan kelengkungan ( $\phi$ ) .....	18
3.9. Plat yang ditekan secara merata .....	19
3.10. Koefisien tekuk untuk plat yang ditekan secara merata-tepi longitudinal bertumpuan sederhana.....	23
3.11. Koefisien tekuk elastis untuk tekanan pada plat segi empat datar.....	25
3.12. Perbandingan antara tekuk plat dan tekuk kolom.....	26
4.1. <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) Shimadzu UMH 30.....	33
4.2. <i>Loading Frame</i> tampang melintang.....	34
4.3. Bentuk fisik <i>loading frame</i> tampak memanjang.....	35
4.4. <i>Hidrolic jack</i> .....	36
4.5. Tumpuan sendi dan rol.....	36
4.6. <i>Dial gauge</i> .....	37
4.7. Model benda uji.....	38

4.8. Benda uji untuk kuat tarik profil kanal C.....	40
4.9. Benda uji untuk kuat tarik baja tulangan.....	41
4.10. Benda uji kuat tarik las.....	41
4.11. Titik-titik pengukuran pada benda uji (a) pada badan	
(b) pada sayap bagian bawah.....	42
4.12. Letak perletakan sendi dan rol.....	43
4.13. Perletakan <i>dial gauge</i> pada benda uji.....	44
5.1. Grafik hubungan beban-lendutan ( $P - \delta$ ) semua benda uji.....	49
5.2. Grafik hubungan beban-rotasi ( $P - \theta$ ) semua benda uji.....	50
5.3. Grafik hubungan beban-kelengkungan ( $P - \phi$ ) semua benda uji.....	52
5.4. Grafik hubungan momen-lendutan ( $M - \Delta$ ) semua benda uji.....	53
5.5. Grafik hubungan momen-rotasi ( $M - \theta$ ) semua benda uji.....	55
5.6. Grafik hubungan momen-kelengkungan ( $M - \phi$ ) semua benda uji.....	56
5.7. Pembebanan profil C.....	57
5.8. Hubungan kenaikan tegangan lentur-variasi jarak perkuatan.....	63
5.9. Hubungan kenaikan biaya-variasi jarak perkuatan.....	68
6.0. Hubungan kenaikan biaya dan tegangan lentur -variasi jarak perkuatan...	70

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran I    Hitungan Momen Inersia Profil C.
- Lampiran II    Data Hubungan Beban - Lendutan, Beban - Rotasi,  
                    Beban – Kelengkungan.
- Lampiran III    Data Hubungan Momen - Lendutan, Momen - Rotasi,  
                    Momen – Kelengkungan.
- Lampiran IV    Tabel Uji Kuat Tarik Baja Tulangan dan Baja Profil.
- Lampiran V    Kartu Peserta Tugas Akhir.
- Lampiran VI    Foto-Foto Pelaksanaan Penelitian.

## DAFTAR NOTASI

$A_e$  = luas bersih efektif

$A_g$  = luas penampang bruto

$b$  = lebar

$h$  = tinggi

$t$  = tebal

$b/t$  = rasio lebar terhadap tebal

$d$  = jarak

$E$  = modulus elastis baja ( $2 \cdot 10^5$  MPa)

$EI$  = kekakuan lentur

$F_{cr}$  = tegangan kritis (MPa)

$L$  = jarak, panjang bentang (m)

$F_y$  = tegangan leleh (MPa)

$k$  = koefisien tekuk

$M$  = momen (kNm)

$P$  = beban (kg)

$\mu$  = angka poisson

$\lambda$  = parameter kelangsingan

$\epsilon$  = regangan

$\sigma$  = tegangan

$\rho$  = jari – jari girasi

$\Delta$  = lendutan (mm)

$\Delta_u$  = lendutan akhir daerah *post-elastic* (mm)

$\mu_{simpangan}$  = daktilitas simpangan

$\mu_{kelengkungan}$  = daktilitas kelengkungan

$\phi$  = kelengkungan

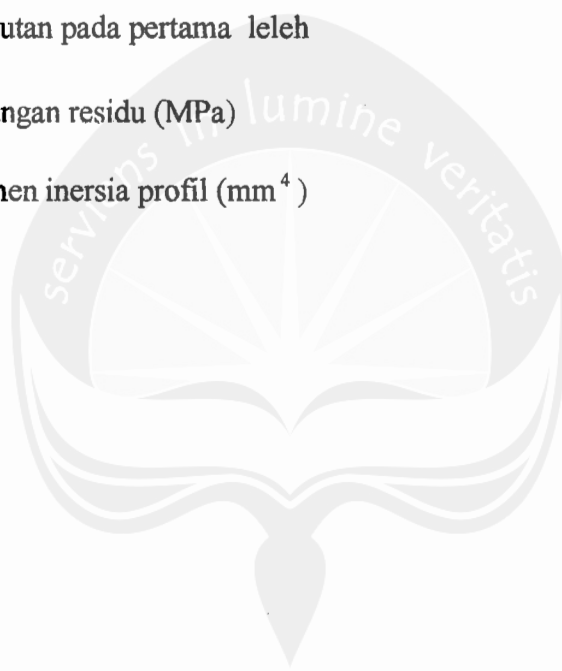
$\phi_u$  = kelengkungan pada akhir daerah *post-elastic*

$\phi_y$  = kelengkungan pada pertama leleh

$\Delta_y$  = lendutan pada pertama leleh

$F_r$  = tegangan residu (MPa)

$I$  = momen inersia profil (mm<sup>4</sup>)





## INTISARI

**PERILAKU LENTUR PROFIL C TUNGGAL DENGAN PERKUATAN TULANGAN BAJA DIAGONAL**, Joko Harwanto Herybertus, No. Mhs : 09443 tahun 1999, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Baja profil C sering digunakan sebagai balok gording dan mengalami pembebanan lentur. Baja profil C mempunyai rasio lebar terhadap tebal ( $b/t$ ) yang tinggi sehingga menyebabkan baja profil C mempunyai stabilitas yang rendah dan rawan terhadap bahaya tekuk. Selain itu baja profil C juga mempunyai kemampuan lentur yang rendah karena stabilitasnya yang rendah. Bahaya *local buckling* ini dapat diperkecil dengan penambahan perkuatan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku lentur baja profil C yang diberi perkuatan tulangan diagonal. Perkuatan tulangan diagonal diberikan pada sayap bebas baja profil C dengan variasi jarak kelipatan tingginya. Lima variasi jarak yang diberikan yaitu  $0,5h$ ,  $1,0h$ ,  $1,5h$ ,  $2,0h$ , dan  $2,5h$  dengan  $h = 100$  mm.

Hasil pengujian kuat tarik profil C didapatkan  $F_y = 211,15$  MPa dengan  $E = 2,03 \cdot 10^5$  MPa, tulangan baja dengan  $F_y = 357,9$  MPa dan  $E = 1,88 \cdot 10^5$  MPa. Pada baja profil C yang diberikan perkuatan terjadi kenaikan pada nilai tegangan lenturnya; dari yang tertinggi pada jarak  $0,5h$  (sebesar 180,9%) sampai yang terendah pada jarak  $2,5h$  (sebesar 158,6%).

**Kata kunci** : stabilitas, tegangan lentur, profil C.